

Estudio funcional respiratorio en agentes de parada de la policía boliviana en La Paz y El Alto, expuestos a la contaminación ambiental

Functional respiratory study, in traffic agents of Bolivian police, in the cities of La Paz and El Alto, exposed to environmental pollution

Ingrid Gaby Melgarejo Pomar, Rudy Soria Sánchez, Daniel Orozco, Wilmer Villanueva.

Instituto Boliviano de Biología de Altura, Facultad de Medicina, Universidad Mayor de San Andrés

Dirección para correspondencia: Dra. Ingrid Gaby Melgarejo Pomar. c/ Villalobos N° 1751, Miraflores, La Paz, Bolivia. Telf. : Dom 2225989 oficina. 2242059

E-mail: ingridmeldany@yahoo.com.ar.

Recibido para publicación en 18/02/10
Aceptado en 25/06/10

RESUMEN

En Bolivia se estima que más del 70% de la contaminación atmosférica urbana proviene de la flota vehicular. Los agentes de parada, son policías que controlan el tráfico vehicular, trabajo que los expone a la contaminación emitida por el parque automotor, sumándose a este factor de riesgo el hecho de vivir en un ambiente de altura con disminución de la presión barométrica y la consiguiente hipoxia. Es un estudio observacional, descriptivo de corte transversal, cuyo objetivo es el de determinar qué proporción de los agentes de parada, nativos y residentes de altura, expuestos a la contaminación emitida por el parque automotor, presentan alteración en la función respiratoria. El universo estudiado fue de un total de 90 sujetos seleccionados de un total de 262 según una encuesta y criterios de inclusión y exclusión. Cada sujeto seleccionado fue valorado clínica, funcional y radiológicamente, además de haberse medido la saturación transcutánea de oxígeno a través de un oxímetro de pulso. Se demostró una alta prevalencia clínica y funcional de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica "EPOC" en ambas ciudades, y además se logró clasificar la enfermedad por grados: En la ciudad de La Paz: EPOC Grado 0 : 20% con el Knudson y del 38 % con el NHANES III. EPOC I :18% con los registros del Knudson y 3% con los registros del NHANESIII. No se encontró ningún paciente con grados severos de EPOC. La prevalencia de EPOC por grados en la ciudad de El Alto fue: EPOC 0 46% con el Knudson ,39 % con el NHANES III. EPOC I 2% con los registros del Knudson, 3% con los registros del NHANES III. No se encontró ningún paciente con grados severos de EPOC.

El mayor porcentaje de enfermos se encuentra en la ciudad de El Alto. Los niveles de contaminación registrados en ambas ciudades, La Paz y El Alto están dentro de los límites permisibles establecidos por la Ley Medioambiental Boliviana y la Organización Mundial de la Salud (OMS), excepto para el material particulado (PM₁₀) y el Ozono (O₃) en ambas ciudades, con niveles más altos para la ciudad de El Alto. La valoración clínica funcional radiología permitió establecer una prevalencia elevada de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica "EPOC" entre los agentes de parada, población en la que consideramos, a la contaminación ambiental como uno de los principales factores desencadenante, sin ser el único, ya que debe considerarse además otros factores como ser la ocupación paralela y la vida a grandes alturas.

Palabras Clave: espirometría forzada, hipoxia hipobárica, oximetría transcutánea, EPOC

ABSTRACT

In Bolivia it is estimated that over 70% of urban air pollution comes from vehicle fleet. Stop agents are police officers who control the traffic, work that exposes them to the pollution emitted by the vehicle fleet, adding to this risk factor the fact of living in a high-altitude environment with decreased high barometric pressure and the resulting hypoxia. It was an observational and descriptive study, with an exploratory cross-sectional prevalence, whose objective is to determine what proportion of stop agents, natives and residents, exposed to high pollution emitted by the vehicle fleet present impaired respiratory functions. The universe studied,

was a total of 90 individuals selected from a total of 262 according to a survey of inclusion and exclusion criteria. Each subject was evaluated by clinical, functional and radiological parameters and there was also transcutaneous oxygen saturation measurement via a pulse oximeter. The study showed a high clinical and functional prevalence to Chronic Obstructive Pulmonary Disease "COPD" in both cities and also staging the disease was achieved by grade: In the city of La Paz: COPD Grade 0: 20% with Knudson and 38% in NHANES III. COPD I: 18% with the records of Knudson and 3% with NHANES III records.

We found no patient with severe degrees of COPD. The prevalence of COPD by degrees in the city of El Alto was: COPD 0 46% with Knudson, 39% in NHANES III. I 2% COPD records Knudson, 3% in NHANES III records, found no patient with severe degrees of COPD.

The largest percentage of patients was in the city of El Alto. The levels of pollution recorded in both cities, La Paz and El Alto were within the permissible limits set by the Bolivian Environmental Law and World Health Organization (WHO), except for particulate matter (PM₁₀) and Ozone (O₃) in both cities, with higher levels for the city of El Alto. The functional radiology clinical assessment enabled a high prevalence of chronic obstructive pulmonary disease "COPD" between the stop agents, and environmental pollution as a major triggering factor, not being the only one, and should be considered also other factors like parallel occupation and life at high altitudes.

Key Words: Spirometry, hypobaric hypoxia, transcutaneous oximetry, COPD

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la salud (OMS) da cuenta de que en Latinoamérica, más de cuarenta centros urbanos en diferentes ciudades, tienen niveles de contaminación atmosférica que exceden los estándares determinados como límites permisibles.¹

Está demostrado que la contaminación ambiental, produce alta mortalidad y exacerbaciones de enfermedades pulmonares crónicas inflamatorias, como el asma, la bronquitis crónica, (EPOC), rinitis alérgica, isquemia del miocardio y otras enfermedades cardio – respiratorias.²

En Bolivia, se estima que más del 70% de la contaminación atmosférica urbana proviene de la flota vehicular.³

En el año 2004 el proyecto Aire Limpio, con financiamiento de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE y Swiscontac, forman la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire, Red MoniCA, en La Paz, El Alto y Santa Cruz.⁴

Existen pocos estudios en Bolivia acerca de las consecuencias de la contaminación ambiental en la

salud. Un estudio realizado en la ciudad de Cochabamba por la Red MoniCA revela que existe estrecha relación entre la contaminación ambiental por dióxido de nitrógeno (NO₂) y enfermedades respiratorias agudas en niños menores de 5 años.⁵

Otro estudio en la ciudad de La Paz, realizado por Aldunate *et al.*⁶ analizó la calidad del aire constatando que las concentraciones de material particulado (PM₁₀) no sobrepasan los límites máximos permisibles, no obstante se registraron efectos significativos sobre la salud de la población, con incrementos de 23% en el número de casos de enfermedades de las vías respiratorias inferiores y de 46% en el número de casos de enfermedades de las vías respiratorias superiores; ambos, después de 12 días de haberse registrado exposiciones agudas con incrementos de 20 µg/m³ en las concentraciones de PM₁₀.⁶

Muchos autores y la misma Red MoniCA han venido desarrollando estudios en relación a la cantidad de sustancias tóxicas que se eliminan de los escapes de los autos. El estudio, obtuvo como resultado alarmante, que en Bolivia sólo el 15% de los vehículos aprobaban las normas de emisión de gases para monóxido de carbono e hidrocarburos, por tanto el 85 % no cumplen con las mínimas normas de emisión de gases de escape.¹

El año 2008 en Bolivia se aprobaron nuevas normas sobre la calidad del aire por el Instituto Boliviano de Normatización y Calidad (IBNORCA), las cuales incluyen límites máximos permisibles de emisión (NB 62011), contextualizados en base a información existente en el país, metodología para la determinación de contaminantes criterio (NB 62012 – 62017) y los índices de contaminación atmosférica (NB 62018). Estas normas no son aplicables, ya que en Bolivia rige la Ley 1333 del Medio Ambiente con un marco legal y un reglamento específico. Sin embargo son considerados como parámetros para el análisis y la interpretación de los monitoreos ambientales.⁴

En los monitoreos ambientales realizados en el país se consideran también valores de la Organización Mundial de la Salud (OMS), de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y el Reglamento de Materia de Contaminación Atmosférica Ley 1333 (RMCA) de Bolivia.⁴

Un número reducido de contaminantes denominados criterio, son los más abundantes y comunes, y son indicadores de contaminación ambiental. Estos contaminantes criterio son: el óxido de nitrógeno (NO_x), el ozono (O₃), el dióxido de azufre (SO₂), el monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles (COV), material particulado (PM) y plomo (Pb).⁵

El efecto sinérgico de los diferentes gases, es mucho más serio que su impacto individual. Muchos gases reaccionan con la luz solar produciendo otros reactivos como son el ozono, con sus respectivos efectos sobre la salud y el medio ambiente.⁷

Uno de los combustibles más usados por la población que se dedica al autotransporte es el diesel, que emite 100 veces más nocivos ambientales que otros combustibles y es el preferido por costos y por su energía superior, emite 75% de NOx y casi 100% de material particulado.^{7,8,9}

El alto contenido de sustancias contaminantes en los combustibles, desgasta los motores y provoca altas emisiones de azufre, material particulado y otros contaminantes ambientales, la concentración de estas sustancias es mayor en sitios donde existe mayor concentración de vehículos y con mayor flujo vehicular peatonal, las zonas con estas características son el centro de la ciudad de La Paz (Plaza de Los Héroes, San Francisco), Av. Saavedra en Miraflores, Villa Fátima y la Ceja de El Alto.^{10,11}

Las partículas PM₁₀, determinan la presencia de tos crónica y nocturna, disminución de la función pulmonar y cambios inflamatorios en la vía aérea.^{5,9}

La ciudad de La Paz (3600 m) y la ciudad de El Alto (3.990 ceja de El Alto y 4.050 aeropuerto), se encuentran a una altura que implica la presencia de hipoxia hipobárica, hecho que limitan la combustión de los hidrocarburos y obligan a un gran esfuerzo de los automotores para vencer las pronunciadas cuestas que son la característica topográfica de la ciudad de La Paz.¹⁰

Los mayores problemas de contaminación se producen cuando se presentan una combinación del alto tráfico, elevación de la temperatura ambiente sin viento y altura como es el caso de la ciudad de La Paz y la ciudad de El Alto. A mayor altura y temperatura se tiene una disminución de la presión barométrica, reduciendo la cantidad del aire atmosférico y como consecuencia el oxígeno al motor, dando como resultado, efectos directos en la combustión y gases de escape del motor en movimiento.¹¹

Existe una gran cantidad de vehículos de transporte público que circulan por la ciudad tanto de La Paz como la ciudad de El Alto. En la ceja de El Alto el número de vehículos circulantes en el 2003 era de 3.838 vehículos/hora, este gran número de vehículos circulantes aumenta en las denominadas horas pico, siendo en estos momentos, la eliminación de gases mayor.¹¹

Por otro lado la baja velocidad de circulación de los vehículos que transitan, es otro factor que aumenta la contaminación ambiental y se sabe que en la ciudad de La Paz y en El Alto los vehículos de transporte público se desplazan a velocidades mínimas, uno por conseguir pasajeros y otro por las malas condiciones en las que se encuentra el motor.¹¹

El pulmón constituye un blanco para las enfermedades ambientales y una importante vía de penetración para los contaminantes atmosféricos, el 70% del aire inspirado que llega hasta los alvéolos, franquea las defensas del aparato respiratorio. El daño puede ser mayor cuando el

ser humano vive en un ambiente con hipoxia hipobárica.¹²

El ambiente de altura es un complejo ecológico multifactorial no sólo por la disminución de la presión barométrica y la consiguiente hipoxia, sino también por el aire frío y seco, los cambios en la alimentación, el hábitat y las costumbres de sus habitantes, factores que de una u otra manera intervienen en el proceso de aclimatación.^{12,13}

La población sujeto de este estudio estuvo conformada por los agentes de parada, "varitas", y los patrulleros a pie, que son habitantes nativos y residentes de altura, policías cuyo trabajo requiere la presencia de varias horas al día en las calles. Ellos se encargan del control peatonal y vehicular, así como los policías que realizan patrullaje a pie controlan la delincuencia en las calles de nuestra ciudad. Los agentes de parada se encuentran distribuidos por zonas y se encuentran en mayor número en la zona central donde existe mayor conflicto y mayor flujo vehículo-peatonal, de igual manera los patrulleros a pie se encargan del control de la delincuencia en los lugares donde se concentran los comerciantes (Av. Pérez Velasco, Plaza San Francisco, Av. Buenos Aires, etc.), por tanto también están expuestos varias horas del día a la contaminación ambiental.

Los agentes de parada y los patrulleros a pie se consideran población vulnerable a sufrir enfermedades respiratorias al estar expuestos a la contaminación emitida por el parque automotor.

El objetivo del estudio es el de determinar qué proporción de los agentes de parada expuestos a la contaminación emitida por el parque automotor presentan alteraciones funcionales respiratorias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio observacional, descriptivo de corte transversal, epidemiológico, exploratorio y de prevalencia.

- El universo definido son 90 agentes de parada varones de un total de 262 encuestados entre la ciudad de La Paz y El Alto.
- Los sujetos seleccionados debieron cumplir los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión

1. Ser agentes de parada varones y mujeres en contacto con la contaminación por parque automotor que trabajen como agentes de parada o patrullaje a pie durante 5 o más años.
2. Sujetos nacidos con residencia permanente en la ciudad de El Alto.
3. Sujetos nacidos y residentes de la ciudad de La Paz (para el centro de la ciudad).
4. Sujetos que viven en áreas no industriales.
5. Sujetos que no fuman.

Criterios de exclusión

1. Sujetos agentes de parada varones y mujeres en contacto con la contaminación por parque automotor que trabajen en la institución menos de 5 años.
 2. Sujetos nacidos en el llano
 3. Sujetos con residencia intermitente en la altura
 4. Sujetos que viven en áreas industriales
 5. Fumadores activos y pasivos
 6. Enfermedades pulmonares congénitas
 7. Enfermedades gastrointestinales que provoquen espasmo bronquial como hernia hiatal, reflujo gastro- esofágico.
 8. Dificultad para poder realizar la espirometría.
- Se les realizó una historia clínica detallada y con énfasis en la esfera respiratoria, una oximetría de pulso, una espirometría forzada y una radiografía postero - anterior (PA) de tórax.
 - Para el estudio de la función pulmonar se realizó una espirometría forzada.
 - El espirómetro que se utilizó, inscribe una curva flujo-volumen, en inspiración y espiración donde se obtiene la capacidad vital forzada (CVF), el flujo espiratorio forzado en un segundo (VEF₁), la relación VEF₁/CVF, índice de permeabilidad bronquial central o índice de Tiffenau y los flujos espiratorios forzados periféricos.
 - El espirómetro utilizado brinda resultados que no se ven afectados por la altura ni el clima, contrariamente a otros modelos de espirómetros con tecnología diferente.¹⁴
 - El espirómetro utilizado muestra valores teóricos en relación a la edad, talla, raza (caucásico y no caucásico) y sexo, los cuales están en referencia a valores normales publicados por la SEPAR y la ATS para población caucásica, por lo que se utilizó un factor de corrección en consideración a que los individuos no caucásicos y de otras razas diferentes a la caucásica tienen valores espirométricos menores que están en relación a la talla baja y el sexo. Este factor de corrección utilizado es de 0,9 interpretado como 90%.¹⁴
 - La saturación oxihemoglobínica transcutánea en reposo fue valorada a través de un oxímetro de pulso portátil marca NONIN, en el dedo índice de la mano derecha del sujeto, asegurándose primero de que el dedo estuviese estructuralmente y funcionalmente normal. Se tomó la saturación durante 5 min, estando el sujeto decúbito dorsal pasivo.
 - La saturación transcutánea de oxígeno en la altura es normal hasta un valor de 90. Se debe indicar que el hombre nativo y residente de altura vive en hipoxia;

los valores normales de saturación a nivel del mar es de 100, por ende los valores por debajo de 85 serán considerados como de saturación de oxígeno.

- A cada sujeto se le tomó las medidas antropométricas. Se consideró la edad confirmándola con la fecha indicada en su cédula de identidad.
- El índice de masa corporal (IMC) se calculó dividiendo el peso en kilogramos entre la talla en metros elevada al cuadrado.
- Para la medición del peso se utilizó una balanza de pie DETECTO modelo DK1130.
- La espirometría forzada fue realizada con un espirómetro portátil MICRO – LOOP, Cardinal Health. Este es un espirómetro con un pequeño orificio fijo que usa tecnología de turbina, la precisión de las medidas es de $\pm 3\%$.¹⁴
- Para la realización de la espirometría los sujetos se encontraron previamente en reposo por lo menos 15 minutos. La prueba se la realizó en posición sentada, la mayoría de los sujetos realizó la espirometría forzada sin necesidad de la pinza nasal, cumpliendo la normativa del espirómetro. Se realizó entre 4 a 5 pruebas para obtener por lo menos 2 resultados representativos y reproducibles.¹⁴
- La radiografía de tórax fue tomada con la técnica adecuada en posición postero –anterior. Cada radiografía tiene un informe radiológico realizado por un médico especialista radiólogo.

Los resultados fueron analizados en el paquete estadístico EPI INFO 3.3. 2 2005. Se realizaron medidas de frecuencia, promedios, desviación estándar, y de prevalencia.

Consideraciones éticas. El proyecto fue aprobado por el comité de ética institucional COMETICA, y se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los sujetos participantes.

RESULTADOS

1. Se aplicaron un total de 262 encuestas y se seleccionaron 33 agentes de parada en la ciudad de La Paz y 57 agentes de parada en La ciudad de El Alto de La Paz
2. 70% de los agentes de parada estudiados en la ciudad de La Paz son bachilleres, 18% cursaron sólo la primaria inferior, 12% alcanzaron la primaria superior, un bachiller logró estudios como técnico medio. En la ciudad de El Alto 54% de los agentes de parada son bachilleres, 13% sólo alcanzaron la primaria inferior, 33% alcanzaron la secundaria.

Tabla 1. Porcentajes según grado de escolaridad, en Agentes de Parada La Paz y El Alto

Grado de escolaridad	Agentes de Parada La Paz	Agentes de Parada El Alto
Primaria inferior	18%	13%
Primaria superior	12%	33%
Bachiller	69%	54%
Universitario	0%	0%
Técnico medio	1%	1%
Técnico superior	0%	0%
Profesional	0%	0%

3. 88% de los agentes de parada se exponen entre 2 a 7 h, 3% de 8 a 13 h, 9% de 14 a 18 h 3%. En la ciudad de El Alto, 95% de los agentes de parada se exponen entre 2 a 7 hrs, 5% entre 8 a 13 hrs.
4. En la ciudad de La Paz, 42% de los agentes de parada tienen un IMC normal, 52% tienen sobrepeso, 6% tienen obesidad grado I. No se encontró ningún agente de parada con obesidad grado II y obesidad mórbida.

Tabla 2. IMC en Agentes de parada - Policía Boliviana. Ciudad de La Paz.

IMC LA PAZ	Agentes de Parada
Desnutridos	0%
Normal	42%
Sobrepeso	52%
Obesidad I	6%
Obesidad II	0%
Obesidad Mórbida	0%

Entre los agentes de parada estudiados en la ciudad de El Alto, 28% de los agentes de parada tienen un IMC normal, 49% tienen sobrepeso, 21% tienen obesidad

grado I, 2% tienen obesidad grado II. No se encontró ningún agente de parada con obesidad mórbida.

Tabla 3. IMC en Agentes de parada - Policía Boliviana. Ciudad de El Alto.

IMC EL ALTO	Agentes de Parada
Desnutridos	0%
Normal	28%
Sobrepeso	49%
Obesidad I	21%
Obesidad II	2%
Obesidad Mórbida	0%

5. La edad promedio de los agentes de parada estudiados en la ciudad de La Paz es de 45 años ± 10 . El promedio de edad de los varones estudiados en la ciudad de El Alto es de 44 años ± 8 .
6. Se indagó enfermedades virales de la infancia que se comportan como factores de predisposición para enfermedades pulmonares, encontrando que en la ciudad de La Paz 24% de los agentes de parada padecieron varicela, 6% sarampión y 3% coqueluche. En el Alto 39% padecieron varicela y 19% sarampión.
7. En relación a enfermedades de la esfera respiratoria: En la ciudad de La Paz 6% de los agentes de parada tiene antecedentes de neumonía, 3% antecedentes de bronquitis. En la ciudad de El Alto 5% tienen antecedentes de neumonía y 5% con antecedentes de tuberculosis pulmonar.
8. Se indagó la presencia de tos durante la anamnesis: En la ciudad de La Paz, 55% de los sujetos estudiados refirieron tos en el momento del examen. 27% presentan tos con expectoración, 15% refirieron tos con expectoración y estridor retroesternal, 6% refirieron estridor de predominio nocturno, 24% de los pacientes que tosen, refirieron

- tos de predominio matinal, 12% tose todo el día, 15% tose más en la noche. En la ciudad de El Alto: 35% de los sujetos, refirieron tos en el momento del examen, 18% presentaron tos con expectoración, 12% refirieron tos con estridor retroesternal, 5% refirieron estridor de predominio nocturno, 16% de los pacientes que tosen lo hacen más por la mañana, 6% refirieron tos en la mañana y en la noche, 7% tose todo el día, 7% tose más en la noche.
9. Una de las preguntas importantes para descartar patología pulmonar y bronquial crónica se basa en la frecuencia de resfríos que sufre la persona en un año durante dos años consecutivos. En la ciudad de La Paz: 55% de los agentes de parada sufrían resfríos sólo una vez en el año, 42% más de dos veces al año y 3 % más de tres veces en el año, en los dos últimos años. Los resfríos duran más de un mes en 6% de los sujetos estudiados. En la ciudad de El Alto: 60 % de los agentes de parada sufrían resfríos sólo una vez en el año, 30% más de dos veces al año y 11 % más de tres veces en el año, 60% sufrían resfríos solo una vez en el año, en dos años consecutivos, 30% más de dos veces al año y 11 % más de tres veces en el año en dos años consecutivos.
 10. 30% y 40% de los agentes de parada de la ciudad de La Paz y el Alto respectivamente, presentaron al momento del examen cianosis periorificial y de lengua.
 11. Un signo clínico de enfermedad pulmonar crónica son las uñas en vidrio de reloj, consistente en la deformación convexa de la uña acompañada de cianosis distal, esta anomalía fue encontrada en 3% de los sujetos estudiados en la ciudad de La Paz y en 5% de los agentes de parada en la ciudad de El Alto.
 12. El hipocratismo digital estuvo presente en 3% de los sujetos estudiados en la ciudad de La Paz y en 5% de sujetos El Alto.
 13. La inspección torácica reveló que en 88% de varones estudiados en la ciudad de La Paz presentaban un tórax simétrico, 12 % presentaron un tórax asimétrico, ellos tuvieron la asimetría a consecuencia de una cifoscoliosis dorsal. En la ciudad de El Alto, 95% de los sujetos presentaron un tórax simétrico, 5% presentaron un tórax asimétrico, uno de ellos por pectum scavatium, otro por presentar pectum en quilla y uno por un tórax enfisematoso.
 14. En la ciudad de La Paz, la auscultación pulmonar fue normal en 40% de los sujetos. Se auscultaron sobre agregados pulmonares como estertores crepitantes en 21 %, los roncus en 27 % de los sujetos, sibilancias en 9% y en 3% se auscultó una respiración ruda. En la ciudad de El Alto 18 % de los sujetos presentó estertores crepitantes, un 28 % presento roncus y un 10% sibilancias.
 15. La prevalencia clínica de bronquitis crónica según datos clínicos y la anamnesis en la ciudad de La Paz fue de 48%. En la ciudad de El Alto 53% tuvieron diagnóstico clínico de EPOC. Esta prevalencia fue corroborada con la espirometría, evidenciándose una prevalencia de 46% de EPOC con los registros del Knudson y 41% con los registros del NHANES III.
- Funcionalmente la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), conjuntamente la clínica se clasifica en cuatro grados:

Tabla 4. Clasificación de la EPOC por grados de severidad ^{15,16}

Grado	Características
0: en riesgo	Exposición a factores de riesgo Espirometría normal Síntomas crónicos tos y expectoración
I: leve	Alteración obstructiva leve VEF1/CVF : < 70%; VEF1 < 80% (post broncodilatador) Generalmente (pero no siempre) tos y expectoración.
II: moderada.	Alteración obstructiva de severidad progresiva VEF1/CVF : < 70%; VEF1 ≥ 30% y < 80% Aumento de la intensidad de la tos y de la expectoración. Disnea de esfuerzo Exacerbaciones agudas
III: severa	Alteración obstructiva muy severa VEF1/CVF : < 70%; VEF1 < 30% y/o Falla respiratoria: hipoxemia severa. Falla cardíaca derecha. Exacerbaciones severas frecuentes. Riesgo de muerte.

16. La prevalencia de EPOC clínica y funcionalmente en grados en la ciudad de La Paz fue de: Grado 0 : 20% con el Knudson y del 38 % con el NHANES III. EPOC I :18% con los registros del Knudson y 3% con los registros del NHANESIII. No se encontró ningún paciente con grados severos de

EPOC. La prevalencia de EPOC por grados en la ciudad de El Alto fue: EPOC 0 46% con el Knudson ,39 % con el NHANES III. EPOC I 2% con los registros del Knudson, 3% con los registros del NHANES III. No se encontró ningún paciente con grados severos de EPOC.

Tabla 5. Grados de EPOC Agentes de parada La Paz

Grados de EPOC en % Agentes de parada La Paz	0	I	II	III	TOTAL
KNUDSON	20	18	0	0	38%
NHANES III	38	3	0	0	41%

Tabla 6. Grados de EPOC Agentes de parada El Alto

Grados de EPOC en % Agentes de parada El Alto	0	I	II	III	TOTAL
KNUDSON	46	2	0	0	48%
NHANES III	39	3	0	0	42%

17. 64% de los agentes de parada en la ciudad de La Paz tenían disnea grado I, 33% tenían disnea grado II, 3% disnea grado III.

Tabla 7. Grados de disnea agentes de Parada Policía Boliviana La Paz.

Grados de Disnea La Paz	Agentes de parada
0	0%
I	64%
II	33%
III	3%
IV	0%
V	0%

En la ciudad de El Alto, 49% de los agentes de parada no refirieron disnea, 11% de los agentes de parada

tenían disnea grado I, 35% tenían disnea grado II, 5% disnea grado III, ninguno grado IV y V.

Tabla 8: Grados de disnea – Agentes de Parada- Policía Boliviana El Alto

Grados de Disnea EL Alto	Agentes de Parada
0	49%
I	11%
II	35%
III	5%
IV	0%
V	0%

18. En la ciudad de La Paz, 91% de sujetos tenían valores normales de saturación oxihemoglobínica (entre 86 y 90 o más de saturación oxihemoglobínica), 9% de sujetos presentaron valores menores a 85. En El Alto, 91% de varones tenían valores normales de saturación oxihemoglobínica, 9% de los sujetos presentaron valores menores a 85.

19. El estudio radiológico en la ciudad de La Paz, reveló normalidad en 67% de los sujetos. En 21% se observó un patrón radiológico de atrapamiento aéreo, en 9% un patrón de fibrotórax, y en 3% se observó la rectificación de la arteria pulmonar. En la ciudad de El Alto, 67% de los sujetos tenían radiográficas torácicas normales, un patrón de atrapamiento aéreo en 19%, un patrón de bronquitis

crónica en 5%, rectificación de la arteria pulmonar en 4%, patrón de fibrotórax en 3% y patrón de destrucción parenquimatosa en 2% de los sujetos.

20. 30 de los 34 agentes de parada estudiados en la ciudad de La Paz, tenían patología clínicamente evidenciada. 12 de ellos corroboraron su enfermedad con la espirometría, y 26 de ellos tenían alteraciones radiológicas.
21. En la ciudad de El Alto, 47 pacientes fueron diagnosticados clínicamente con enfermedad pulmonar, se confirmaron 18 con espirometría parámetros Knudson, 24 con parámetros NHANES III y 18 fueron confirmados con la radiografía.

DISCUSIÓN

La Policía Boliviana ofrece unidades académicas de pregrado policial, y están constituidas por las Escuelas Básicas Policiales (ESBAPOL), donde se forman recursos humanos de ambos sexos para la Policía Nacional, durante dos semestres académicos, en el sistema internado, egresando como agentes de Policía en Provisión Nacional.¹⁷

La Escuela de Policías tiene una duración entre 8 meses a un año.¹⁴

Para ingresar a estas escuelas básicas policiales, el requisito es el ser bachiller y no tener más de 21 años. Aunque algunos no bachilleres acceden a estas escuelas como "asimilados", ellos deben cumplir un entrenamiento de más tiempo y al egresar cumplen actividades de patrullaje a pie, labor que precede a su actividad de agentes de parada. La labor de patrullaje a pie, consiste en controlar la actividad en las calles, generalmente controlan la actividad delincuencia en lugares donde existe mayor concentración de actividad comercial en vía pública y por ende mayor flujo vehicular.¹⁷

La mayoría de los agentes de parada cumplen su función en sectores de la ciudad donde existe mayor flujo vehicular, y concentración de nocivos ambientales emitido por el parque automotor, principalmente automóviles que prestan el servicio público.

El trabajo fue realizado entre agosto del 2008 a septiembre 2009, y los registros de la concentración de contaminantes ambientales en la ciudad de La Paz y el Alto generados en este periodo de tiempo, permiten observar niveles de dióxido de nitrógeno (NO₂) de 9 – 121 µg/m³, son valores que se encuentran por debajo de los límites permisibles por la OMS (200 µg/m³) muy por debajo del límite permisible del RMCA (400 µg/m³). Los valores de NO₂, tienen un ligero ascenso en los meses de julio a agosto, época seca, la cual incide en la acumulación de la contaminación.⁴

Para el caso del Ozono (O₃), el grado de contaminación fue registrado por el método pasivo, se observó que los

valores más altos se registran desde agosto 2008 a enero – noviembre del 2009 alcanzando valores de 50 µg/m³. Esto significa un 60% de incremento en relación al año 2008, si el ascenso continua los valores pueden acercarse a 60 µg/m³ valor guía de la OMS considerado como un riesgo para la salud humana.⁴

El monóxido de carbono (CO) es medido por equipos automáticos, los estudios demostraron valores bajos comparados con los valores límite de la RMCA, de 30000 µg/m³. Los valores no sobrepasan los 10 µg/m³, pero al igual que el NO₂ se evidencia un leve aumento en los meses de junio y julio 2008 – 2009, siendo más alto el año 2008.⁴

El nivel de contaminación por material particulado (PM₁₀), registrado en la ciudad de La Paz, no sobrepasa el valor de 150 µg/m³ comparado con el promedio de 24 hrs. del RMCA, pero comparado con los valores guía de la OMS, de 50 µg/m³ los niveles registrados 75 µg/m³ sobrepasan este valor límite. Las cifras fueron registradas en lugares con alto tráfico vehicular (zona Central, Cotahuma y San Francisco).⁴

Los resultados del monitoreo de NO₂ en El Alto, muestran mayor concentración de nocivos ambientales. Los promedios anuales son superiores al valor guía establecido por la OMS de 40 µg/m³, pese a que el flujo vehicular pueda ser similar al del centro de la ciudad de La Paz, los valores de NO₂ son superiores sobre todo porque en la ciudad de El Alto circulan vehículos más antiguos y por tanto con mayor grado de contaminación.⁴

En todas las zonas donde se realizó el monitoreo se nota un incremento del año 2008 al 2009, sólo existe una leve disminución en la Av. 6 de marzo.⁴

El promedio anual de la concentración de ozono O₃, en la ciudad de El Alto, no supera los 60 µg/m³, valor guía de la OMS, y durante el año 2009 se puede apreciar una disminución sostenida en todos los lugares monitoreados. Es importante indicar que las concentraciones más bajas medidas en la ciudad de El Alto tienen cifras similares a las medidas en los lugares donde se encontró mayor concentración de O₃ en la ciudad de La Paz, es decir que en algún momento las concentraciones de O₃ en El Alto ha superado el valor de 60 µg/m³.⁴

En relación al material particulado, éste sí supera la concentración límite del RMCA al menos dos veces y el valor guía de la OMS en la mayor parte del año, las mayores concentraciones se encuentran en la ceja de El Alto.¹⁷

Uno de los contaminantes monitoreados que está por encima de los límites permisibles en la ciudad de El Alto, cuyas cifras son consideradas como un riesgo para la salud, es el material particulado, (PM₁₀), el mismo no tiene composición definida, puede estar formado por polvo, metales, productos de combustión, carcinógenos y/o microorganismos y está demostrado que puede

causar problemas pulmonares a corto y a largo plazo, como la disminución de la función pulmonar y de la capacidad de defensa. Ocasiona alergia respiratoria (asma), tos crónica y hasta cáncer pulmonar. La acumulación en los pulmones ocasiona silicosis y asbestosis.¹⁸

Los sitios de donde fueron reclutados los agentes de parada coinciden con los lugares donde la red MoNiCA, realizó el monitoreo ambiental.

En el estudio se puede observar que los agentes de parada seleccionados se encuentran un promedio de 2 – 7 h por día, expuestos a estos nocivos ambientales, lo que los hace vulnerables a adquirir enfermedades ambientales.

Los policías estudiados refieren que sus días de descanso se dedican a otras labores, como ayudar a sus esposas en el comercio informal, albañiles, choferes, costureros y/o artesanos. Estas actividades se consideran actividades con riesgo laboral y son co- factores de riesgo para adquirir enfermedades pulmonares crónicas. Más del 50% de los agentes de parada estudiados, tiene sobrepeso en directa relación con la sensación de disnea grado I, además de que la obesidad en grados mayores puede determinar alteraciones en la mecánica ventilatoria.

Un porcentaje elevado de sujetos tiene clínica de bronquitis crónica, es decir refieren tos con expectoración por más de tres meses en dos años consecutivos y refieren resfríos más de tres veces en el año en los últimos dos años, la espirometría permitió establecer la prevalencia de EPOC en función al grado de las alteraciones funcionales. La más alta prevalencia encontrada fue la del grado 0, es decir pacientes con clínica para bronquitis crónica, con espirometría normal, y radiografía normal. Estos sujetos fueron considerados en riesgo por haberse encontrado clínica y factores de riesgo.

La relación clínico funcional y radiológica más la oximetría de pulso, ha permitido evidenciar enfermedades pulmonares que no podían ser diagnosticadas sólo con el examen físico.

La realización conjunta de los tres exámenes ha permitido establecer una elevada y alarmante prevalencia de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), Enfermedad Pulmonar Intersticial y otras patologías pulmonares crónicas. Las prevalencias encontradas son similares a los encontrados en un estudio realizado en la ciudad de Arequipa, en el Perú, en el mismo grupo poblacional, donde se encontró un prevalencia de EPOC del 46%.¹⁹

Los parámetros espirométricos teóricos fueron tomados en base a los reportados en el estudio PLATINO, mismo que estableció valores espirométricos en sujetos latinos con característica raciales similares a nuestra población.^{12,21}

La aplicación de la espirometría en el estudio, permitió la clasificación de la EPOC en cuatro grados, siendo el mayor el grado 0, el cual significa que el paciente tiene clínica para una posible bronquitis crónica, pero que aún no hay repercusión funcional. Ellos son los denominados pacientes en riesgo^{15,20}.

El estudio demuestra una elevada prevalencia clínica y funcional de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica “EPOC”, entre los agentes de parada y patrulleros a pie.

El material particulado, uno de los contaminantes más peligrosos y nocivos tiene el registro más alto en ambas ciudades, y el lugar donde se observó uno de los más altos registros es precisamente el área de San Francisco (zona central de la ciudad de La Paz), donde se localiza la estación de tránsito, y donde se reclutan a todos los policías de la ciudad de La Paz.

En relación al medio de hipoxia hipobárica en el que fue realizado el estudio, se sabe que la mayoría de los problemas respiratorios relacionados con la altura ocurren entre los 2400 y 4300 m.s.n.m. A esta altura los sujetos estudiados se encuentran aclimatados, fenómeno que involucra cambios fisiológico y bioquímicos, como el incremento de la circunferencia torácica entre un 12 – 15% a pesar de la talla menor, con el consecuente aumento de los volúmenes y capacidades pulmonares, aumento de la difusión pulmonar y desvío de la curva de disociación de la hemoglobina a la derecha.²¹

La mayoría de los estudios en relación a la vida de altura apoyan la hipótesis de una contribución genética para el desarrollo de un tórax más grande en poblaciones andinas. Sin descartar el factor ambiental, la capacidad vital pulmonar en los residentes de altura depende del tiempo de vida en que se inició la aclimatación, si ésta comienza lo suficientemente temprano, la capacidad vital de los residentes de altura será mayor y cuanto más antes se realice la aclimatación, mejor adaptación pulmonar se tendrá, por eso son importantes los primeros años de vida para determinar la función pulmonar del adulto. No obstante, la contribución genética es muy importante y sólo algunos animales y los tibetanos han logrado un cambio en su código genético que les permite una adaptación completa al ambiente hipóxico.²¹ Si bien las concentraciones de los contaminantes criterio, excepto del material particulado y el ozono, están dentro de los límites permisibles, la hipoxia hipobárica debe considerarse un co- factor que aumenta la predisposición para adquirir EPOC y otras enfermedades pulmonares crónicas. Los factores socioeconómicos de los sujetos estudiados, pueden constituirse en determinado momento como co- factores de riesgo para adquirir EPOC ya que muchos de los policías estudiados en la ciudad de El Alto principalmente, tienen ocupaciones paralelas (albañiles, artesanos, comerciantes ambulantes).

Existe una estrecha relación entre los hallazgos clínicos, funcionales y radiológicos.

Es importante relacionar los resultados espirométricos con parámetros espirométricos teóricos adecuados a nuestra raza y las características antropométricas del mayor porcentaje de nuestra población. En este caso, el estudio NHANES III, tiene parámetros espirométricos teóricos más aproximados que los de KNDSO.²¹

Muchos países han tomado drásticas medidas medioambientales dentro de su legislación evitando la circulación de automóviles en mal estado y controlando la circulación ordenada de movilidades.

En Bolivia la causa principal para el incremento de la contaminación ha sido el ingreso de automóviles desechados en otros países, precisamente en obediencia a su legislación medioambiental. El costo bajo de estos automóviles determinó la masiva adquisición de los mismos por personas que encontraron en el servicio público un medio de subsistencia.

El problema radica en hacer comprender a la población usuaria que la adquisición de esas movilidades acarrea problemas no sólo en el medio ambiente, sino que más tarde la exposición pasiva y crónica a estos nocivos, conllevaría varios problemas de salud no sólo pulmonares, los cuales no se presentan de inmediato ni dan datos clínicos agudos, y que son diagnosticados tardíamente cuando ya existen secuelas en el corazón (Cor Pulmonare Crónico) u otros órganos, cuyas lesiones son irreversibles.

El desconocimiento de la Ley Medioambiental determina que tanto los comerciantes choferes y personas a pie infrinjan la ley. La misma es poco aplicada y no se han escuchado casos de sanción a personas que la infringen.

El organismo Operativo de Tránsito dependiente de la Policía Boliviana, no toma las medidas acertadas para controlar y evitar la proliferación de este tipo de vehículos, no se sanciona a los infractores, permitiendo la circulación de vehículos en mal estado, existe uso inadecuado de combustible, siendo que son ellos mismos los afectados al estar expuestos a la contaminación determinada por estos vehículos.

La mayoría de las políticas de salud convergen en agotar esfuerzos para disminuir prevalencias de enfermedades agudas y de alta morbilidad, así que se da poca o nada de importancia a las enfermedades crónicas invalidantes, precisamente porque son crónicas y diagnosticadas tardíamente o no se llegan a diagnosticar nunca.

Es importante que el Ministerio de Salud, órgano gubernamental, que debe encargarse de promover salud, busque programas educacionales dirigidos a los miembros de la Policía Nacional, a fin de que ellos conozcan los resultados de éste y otros estudios.

Es importante divulgar la ley medioambiental en las escuelas y colegios, así como también en las escuelas dependientes de la Policía Boliviana.

Los organismos gubernamentales deben sancionar drásticamente a los infractores, aplicando la Ley medioambiental rigurosamente, así como la unidad operativa de tránsito debe sancionar drásticamente a los conductores infractores que conducen automóviles en mal estado.

El organismo operativo del tránsito debe buscar estrategias que le permitan un adecuado ordenamiento vehicular.

Recomendamos la evaluación periódica de la emisión de los escapes de los vehículos, así como el control y la prohibición estricta de la circulación de vehículos en mal estado.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Hugo Del Callejo, médico de la Policía Boliviana; a cada una de las personas participantes en este proyecto que de manera anónima contribuyeron a su realización.

REFERENCIAS

1. Bacopé Moscoso D. La Red de Monitoreo de la Calidad del aire de Cochabamba (Red MO尼CA). Acta Nova, 2(3), diciembre 2003.
2. Sydbom A, Blomberg A, Prania S, Stenfors N, Sandstrom T, Dahlén S-E. Health effects of diesel exhaust emissions. Eur Respir J. 2001; 17: 733 -746.
3. Swisscontact. Semanas del aire limpio en Bolivia. Marzo 2004.
4. MoniCA. Informe Nacional de la Calidad del Aire 2008-2009. Ministerio de Medio Ambiente y Agua MMayA-Bolivia. 11-28. La Paz- Bolivia, Mayo 2010.
5. Vargas I, Lujan M. Memorias de la red MoniCA Cochabamba 2001 - 2006. Documento de Universidad Católica Boliviana San Pablo. Cochabamba. Septiembre 2006.
6. Aldunate P, Paz O, Halvorsen K. Los efectos de la Contaminación Atmosférica por PM₁₀ sobre la salud de La Paz - Bolivia (3650 m.s.n.m). Act. Nova. 2006; 3 (2).
7. Gerard J. Endothelial Generation of reactive oxygen species in lungs exposure to ultrafine particles (PM). University of Pittsburg. Medical Center, Pittsburg. In American Lungs Association. Research awards. 2004 - 2005.
8. Rield M, Diaz Sanchez D. Biology and diesel exhaust effects on respiratory function. J Allergy Clin Immunol. 2005; 115 (2): 221 - 228.
9. Díez BF, Tenías JM Pérez HS. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción. Rev Esp Salud Pública. 1999; 73 (2).

10. Díaz V, Páez C. Contaminación por material particulado en Quito y caracterización química de las muestras. *Acta Nova*. 2006; 3 (2): 308-322.
11. León Calvimontes W. Verificación y cuantificación de gases contaminantes producidos por automóviles en la Ceja de El Alto. [Proyecto de grado] La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2003.
12. Villena Cabrera M, Vargas Pacheco E, Videá GR. Departamento Respiratorio IBBA. Anuario 1983 – 1984 p 35 - 42.
13. Paz Zamora M, Vargas Pacheco E, Ergueta Collao J, Antezana Alvestegui G, Pinto Morales E. Estudio Funcional respiratorio en pacientes con Eritrocitosis secundaria a patología broncopulmonar. La Paz 3500 m. Anuario 1971 – 1973. Instituto Boliviano de Biología de Altura. La Paz – Bolivia. p. 52 – 57.
14. Woods, Norboo T, Lilly M, Yoneda Ken, Eldridge M. Cardiopulmonary Function in High Altitude Residents of Ladakh. *High Altitude Medicine and biology*. 2003; 4 (4).
15. Marín J.M. Viejos y nuevos criterios para clasificar la EPOC. *Arch Bronconeumol*. 2007; 40 (supl 6): 9-15.
16. Sociedad Española de neumología y cirugía torácica (SEPAR). Guía Clínica para el diagnóstico y tratamiento de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. *Arch Bronconeumol*. 2001; 37: 297-316.
17. Policía Boliviana – Pregrado. Disponible en: <http://www.policia.bo>
18. Boletín Informativo. Resultados Globales 2004-200. Red MoniCA. Oficialía Mayor Técnica. Dirección de Calidad Ambiental. Gabinete Municipal de Monitoreo Ambiental. La Paz, Bolivia.
19. Vela Quico A. Estudio Epidemiológico por exposición a contaminantes atmosféricos de la población en riesgo de Arequipa – Perú 2004. Resumen Ejecutivo. Cuaderno de debate N°7. Sobre contaminación y su efecto en la salud. 2004.
20. Marín JM. Sánchez A. Valoración Funcional del paciente con EPOC. *Arch Bronconeumol*. 2005; Suple 3(41): 18-23.
21. León Velarde F, Monge C. Modificaciones Respiratorias. El Reto Fisiológico de vivir en los Andes. 1° ed. Lima – Perú : IFEA, p85-86, diciembre 2003.